

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-196471

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

H03M 13/27
G06F 11/10
H03M 13/23

(21)Application number : 10-366402

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 24.12.1998

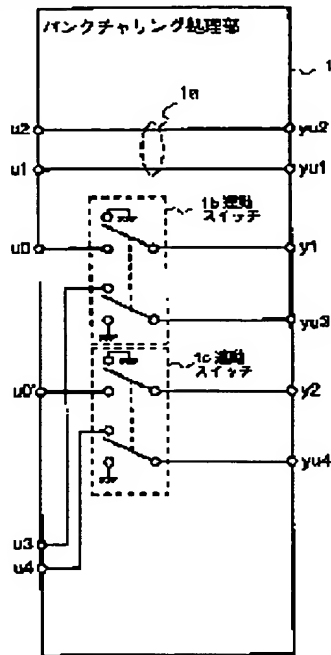
(72)Inventor : MATSUMOTO WATARU

(54) COMMUNICATION UNIT AND PUNCTURING METHOD FOR ERROR CORRECTION CODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a communication unit that can continuously conduct data communication at a fastest transmission an rate in response to an S/N at all times without the need for re-training even in the case that the S/N is deteriorated due to any cause.

SOLUTION: This communication unit is provided with both a consecutive convolution coder that transmits a turbo code and a decoder that decodes the turbo code received via a telephone line by means of the maximum likelihood decoding method by interconnecting convolution coders that outputs a trellis code being a compounding convolution code to identify an information bit and a redundant bit in parallel via an interleaver. The communication unit is provided with a puncturing processing section 1 that selectively transmit a turbo code outputted from the interconnected convolution coders, a trellis code outputted from the interconnected convolution coders and data consisting of only the information bit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Japanese Patent Laid-open No. 2000-196471 A

Publication date : July 14, 2000

Applicant : Mitsubishi Electric Corporation

Title : Communication Device and Error Correction Code

5 Puncturing method

[Abstract]

[Problems] To obtain a communication device capable of continuously holding data communication at a fastest
10 transmission rate according to a present S/N ratio without the need of training even if the S/N ratio is not decreased for some reason.

[Solving Means] A communication device including concatenated convolutional encoders transmitting turbo
15 codes by connecting convolutional encoders each outputting trellis codes which are organization convolutional codes and which can discriminate information bits from redundant bits, in parallel through interleavers; and a decoder decoding the turbo codes received through a telephone line
20 by a maximum likelihood decoding method, includes a puncturing processing section 1 capable of selectively transmitting the turbo codes outputted from the concatenated convolutional encoders, the trellis codes outputted from the convolutional encoders, and data consisting only of
25 information bits.

[0046] Fig. 1 is a block diagram of a puncturing processing section 1 included in the communication device according to the present invention. This puncturing processing section 1 is constituted to include an information bit path 1a for outputting two information bits, an interlocking switch 1b for outputting redundant bits (for trellis codes and turbo codes), and an interlocking switch 1c for outputting redundant bits (for turbo codes), and the puncturing processing section 1 has a function of selectively transmitting turbo codes outputted from concatenated convolutional encoders to be described later, trellis codes outputted from the convolutional encoders, and data consisting only of information bits. The detailed operation of the puncturing processing section 1 will be described later.

[0049] It is noted that there are two paths from the multiplex/sync control section 41 to a tone ordering section 49; one is an Interleaved Data Buffer path including one interleaver (INTERLEAVE) 46 and the other is a Fast Data Buffer path which does not include the interleaver 46. The Interleaved Data Buffer path performing an interleave processing has a longer delay than that of the Fast Data Buffer path.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-196471

(P2000-196471A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 3 M 13/27		H 0 3 M 13/22	5 B 0 0 1
G 0 6 F 11/10	3 3 0	G 0 6 F 11/10	3 3 0 N 5 J 0 6 5
H 0 3 M 13/23		H 0 3 M 13/12	

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-366402

(22) 出願日 平成10年12月24日 (1998.12.24)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 松本 渉

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明 (外1名)

Fターム(参考) 5B001 AA10 AB02 AC05 AD06

5J065 AA07 AC02 AD10 AF01 AG06

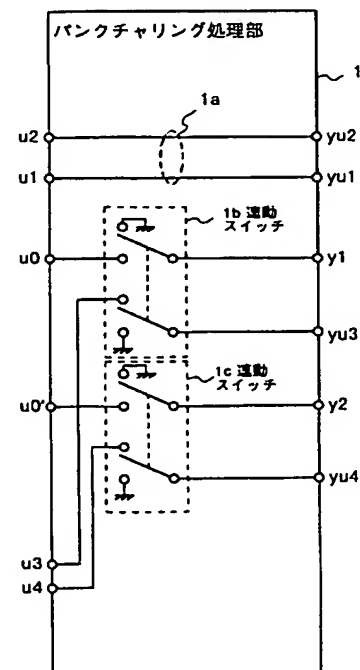
AH13

(54) 【発明の名称】 通信装置および誤り訂正符号のバンクチャリング方法

(57) 【要約】

【課題】 何らかの理由により、S/N比が下がったしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときのS/N比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる通信装置を得ること。

【解決手段】 情報ビットと冗長ビットが識別可能な組織畳み込み符号であるトレリス符号を出力する畳み込み符号器が、インターリーブを介して並列に接続されることにより、ターボ符号を送信する接続畳み込み符号器と、電話線を介して受信するターボ符号を最尤複合法にて複合する複合器との、両方を備える通信装置において、前記接続畳み込み符号器から出力されるターボ符号と、前記畳み込み符号器から出力されるトレリス符号と、情報ビットのみからなるデータと、を選択的に送信可能なバンクチャリング処理部1を備える構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報ビットと冗長ビットが識別可能な組織畳み込み符号であるトレリス符号を出力する畳み込み符号器が、インターリーブを介して並列に接続されることにより、ターボ符号を送信する接続畳み込み符号器と、電話線を介して受信するターボ符号を最尤複合法にて複合する複合器との、両方を備える通信装置において、

前記接続畳み込み符号器から出力されるターボ符号と、前記畳み込み符号器から出力されるトレリス符号と、情報ビットのみからなるデータと、を選択的に送信可能なバンクチャリング処理部を備え、局側と端末側との間で、前記バンクチャリング処理部にて選択されたデータを認識することにより、ディスクリートマルチトーン変復調方式によるデータ通信を行うことを特徴とする通信装置。

【請求項 2】 前記バンクチャリング処理部は、前記情報ビットを出力する情報ビット用経路と、前記冗長ビットを出力するかどうかを設定可能なスイッチ回路を有する冗長ビット用経路と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】 前記トレリス符号が 2 ビットの情報ビットと 1 ビットの冗長ビットにて構成され、さらに、前記ターボ符号が 2 ビットの情報ビットと 2 ビットの冗長ビットにて構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】 装置間で、伝送路を確立するためのトレーニングを行う場合は、前記情報ビットのみからなるデータが選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、伝送路の S/N 比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一つに記載の通信装置。

【請求項 5】 前記トレーニング中、 S/N 比が第 1 のしきい値よりも低い場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、該 S/N 比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立し、さらに、 S/N 比が第 2 のしきい値よりも低い場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、該 S/N 比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立し、常に伝送レートが最速となる状態で伝送路を確立することを特徴とする請求項 4 に記載の通信装置。

【請求項 6】 前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第 1 のしきい値以下に減衰した場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することにより、通信を継続して行

(2)

い、さらに、 S/N 比が第 2 のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することにより、通信を継続し、さらに、 S/N 比が第 3 のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行うことを特徴とする請求項 5 に記載の通信装置。

10 【請求項 7】 前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第 2 のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することにより、通信を継続し、さらに、 S/N 比が第 3 のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行うことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の通信装置。

20 【請求項 8】 前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第 3 のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行うことを特徴とする請求項 5～7 のいずれか一つに記載の通信装置。

【請求項 9】 装置間で、伝送路を確立するためのトレーニングを行う場合は、前記情報ビットのみからなるデータが選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することを特徴とする通信装置の誤り訂正符合のバンクチャリング方法。

30 【請求項 10】 前記トレーニング中、 S/N 比が第 1 のしきい値よりも低い場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第 2 のしきい値よりも低い場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することを特徴とする請求項 9 に記載の通信装置の誤り訂正符合のバンクチャリング方法。

40 【請求項 11】 前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第 1 のしきい値以下に減衰した場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第 2 のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第 3 のしきい値以下に減衰した場合は、

再トレーニングを行い、前記バンクチャリング処理部を再設定することを特徴とする請求項 10 に記載の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法。

【請求項 12】 前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、

S/N 比が第 2 のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、

さらに、S/N 比が第 3 のしきい値以下に減衰した場合は、

再トレーニングを行い、前記バンクチャリング処理部を再設定することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法。

【請求項 13】 前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、

S/N 比が第 3 のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行い、前記バンクチャリング部を再設定することを特徴とする請求項 10～12 のいずれか一つに記載の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通信装置間で、DMT (discrete multi tone) 変復調方式によるデータ通信を行う通信装置に関するものであり、特に、誤り訂正符号としてターボ符号を用いた通信装置、およびその誤り訂正符号のバンクチャリング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】以下、従来の通信装置について説明する。まず、DMT 変復調方式によるデータ通信を行う従来の通信装置において、送信系の動作について簡単に説明する。たとえば、電話回線等の既存の伝送路を用いて DMT 変復調方式によるデータ通信を行う場合、送信系では、トーンオーダリング処理、すなわち、伝送路の S/N (signal-to-noise ratio : 信号対雑音比) 比に基づいて、予め設定された周波数帯の複数のトーン (マルチキャリア) に、それぞれが伝送可能なビット数の伝送データを割り振る処理 (この処理により、伝送レートが決定する)、を行う。

【0003】具体的にいうと、たとえば、図 9 (a) に示すように、各周波数の tone 0～tone 5 に、それぞれ S/N 比に応じたビット数の伝送データを割り振っている。ここでは、tone 5 に 0 ビット、tone 0 と tone 4 に 2 ビット、tone 1 と tone 3 に 3 ビット、tone 2 に 6 ビット、の伝送データが割り振られ、この 16 ビットにて 1 フレームが形成されている。このように、トーンオーダリング処理された伝送デ

ータの 1 フレームは、たとえば、図 9 (b) に示すように構成されることになる。具体的にいうと、割り振られたビット数の少ないトーン順、すなわち、tone 5 (b 0), tone 0 (b 1), tone 4 (b 2), tone 1 (b 3), tone 3 (b 4), tone 2 (b 5) の順に、並べられる。

【0004】一方、転送データ (情報ビット) の誤り訂正を行う場合は、すなわち、データの符号化を行う場合は、トーンオーダリング処理において、たとえば、図 10 (a) に示すように、tone 5 に 0 ビット、tone 0 と tone 4 に 3 ビット、tone 1 と tone 3 に 5 ビット、tone 2 に 7 ビット、の伝送データが割り振られ、この 23 ビット (情報ビット : 16 ビット、冗長ビット : 7 ビット) にて 1 フレームが形成されている。なお、先に説明したトーンオーダリング処理と比較して各トーンに割り振られるビット数が多くなっているのは、誤り訂正により伝送可能なビット数が多くなっていることに起因している。

【0005】このように、トーンオーダリング処理された伝送データの 1 フレームは、たとえば、図 10 (b) に示すように構成されることになる。具体的にいうと、割り振られたビット数の少ないトーン順、すなわち、tone 5 (b 0), tone 0 (b 1), tone 4 (b 2), tone 1 (b 3), tone 3 (b 4), tone 2 (b 5) の順に、並べられ、tone 5 と tone 0、tone 4 と tone 1、tone 3 と tone 2 を、それぞれ 1 トーンセットとして、構成されている。なお、この場合、各トーンセットは、図 9 (b) に示す各トーンセットより、順に 1 ビット、3 ビット、3 ビットづつ、ビット数が多くなっているが、これについては後述する。

【0006】また、誤り訂正符号による符号化は、たとえば、図 11 に示す畳み込み符号器 202 にて行われる。この回路は、端子 u1 および u2 にデータが入力されると、2 ビットの情報ビットと、冗長系 202 を經由して出力される 1 ビットの冗長ビット、で構成される組織畳み込み符号が得られる、すなわち、トレリス符号が得られる畳み込み符号器である。

【0007】図 12 は、従来の通信装置における送信系で転送データを符号化する場合のデータの流れを示すものである。なお、図示の u1～uz の各端子は、1 トーンセットのビット数に応じて変化する、ということを、変数 z および y を用いて表現したものである。

【0008】上記図 12 に示す転送データの符号化において、たとえば、図 10 (b) に示すフレームの符号化は、1 トーンセット毎に行われる。まず、最初のトーンセット (tone 5, tone 0) のデータ d0 と d1 を畳み込み符号器 202 の端子 u1 と u2 に入力すると、2 ビットの情報ビット (u1, u2) と 1 ビットの冗長ビット (u0)、すなわち、3 ビットのトレリス符

号が出力される。前述した、多くなっている 1 ビット分は、この冗長ビットに相当する。

【0009】つぎに、2 つ目のトーンセット (tone 4, tone 1) のデータ d 2, d 3, d 4, d 5, d 6 を、畳み込み符号器 202 の端子 u 1, u 2 と端子 u 3, u 4, …に入力すると、2 ビットの情報ビット (u 1, u 2) と 1 ビットの冗長ビット (u 0)、すなわち、3 ビットのトレリス符号と、その他の 3 ビット (u 3, u 4, …) のデータが出力される。その後、所定の 2 ビットを端子 u 1 および u 2 に入力する。前述した、多くなっている 3 ビット分は、この冗長ビットと所定の 2 ビットに相当する。

【0010】最後に、3 つ目のトーンセット (tone 3, tone 2) のデータ d 7, d 0, d 1, d 2, d 3, d 4, d 5, d 6, d 7 を、畳み込み符号器 202 の端子 u 1, u 2 と端子 u 4, u 5, …に入力すると、2 ビットの情報ビット (u 1, u 2) と 1 ビットの冗長ビット (u 0)、すなわち、3 ビットのトレリス符号と、その他の 7 ビットのデータ (u 3, u 4, …) が出力される。その後、所定の 2 ビットを端子 u 1 および u 2 に入力する。前述した、多くなっている 3 ビット分は、この冗長ビットと所定の 2 ビットに相当する。

【0011】上記のように、S/N 比に基づいてトーンオーダリング処理、および符号化処理が行われることにより、1 フレーム毎に伝送データが多重化される。さらに、送信系では、多重化された伝送データに対して逆高速フーリエ変換 (IFFT) を行い、逆高速フーリエ変換後のパラレルデータをシリアルデータに変換し、その後、D/A コンバータを通してディジタル波形をアナログ波形に変換し、最後にローパスフィルタをかけて、伝送データを電話回線上に送信する。

【0012】つぎに、DMT 変復調方式によるデータ通信を行う従来の通信装置において、受信系の動作を簡単に説明する。上記と同様に、電話回線等の既存の伝送路を用いて DMT 変復調方式によるデータ通信を行う場合、受信系では、受信データ (前述の伝送データ) に対し、ローパスフィルタをかけ、その後、A/D コンバータを通してアナログ波形をディジタル波形に変換し、タイムドメインイコライザにて時間領域の適応等化処理を行う。

【0013】その時間領域の適応等化処理がされたデータは、シリアルデータからパラレルデータに変換され、そのパラレルデータに対して高速フーリエ変換を行い、その後、周波数ドメインイコライザにて周波数領域の適応等化処理を行う。そして、その周波数領域の適応等化処理がされたデータは、複合処理 (最尤複合法) およびトーンオーダリング処理によりシリアルデータに変換され、その後、レートコンバート処理、FEC (forward error correction: 前方誤り訂正)、デスクランブル処理、CRC (cyclic redundancy check: 巡回冗長検

査) 等の処理が行われ、最終的に伝送データが再生される。

【0014】上記のような、送信系と受信系とを有する従来の通信装置において、伝送路を確立してデータ通信を行う場合は、まず、装置間でトレーニングを行い、その中でトーンオーダリング処理が行われ、S/N 比に応じた伝送レートが決定される。

【0015】このように、従来の通信装置では、トーンオーダリング処理、すなわち、伝送路の S/N (signal-to-noise ratio: 信号対雑音比) 比に基づいて、予め設定された周波数帯の複数のトーン (マルチキャリア) に、それぞれが伝送可能なビット数の伝送データを割り振る処理、を行うことにより、伝送レートが決定されている。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来の通信装置では、データ通信中に、たとえば、電話機の受話器を上げたり下げたりすると、回線のインピーダンスが変動することにより、S/N 比も変動し、現在実行中のデータ通信に多大な影響を及ぼすことがある。

【0017】そのため、従来の通信装置では、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出すると、必ずファースト・リトレーニング (高速再トレーニング) を行い、再度測定する S/N 比に基づいてトーンオーダリング処理を行うことにより、新しい伝送レートを決定している。このようなことから、従来の通信装置では、伝送路が再度確立され、データ通信が再開されるまでに、かなりの時間 (数秒) がかってしまう、という問題があった。

【0018】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、何らかの理由により、S/N 比が下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる通信装置を得ることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる通信装置にあっては、情報ビットと冗長ビットが識別可能な組織畳み込み符号であるトレリス符号を出力する畳み込み符号器が、インターリーブを介して並列に接続されることにより、ターボ符号を送信する接続畳み込み符号器 (後述する実施の形態の符号器 2 に相当) と、電話線を介して受信するターボ符号を最尤複合法にて複合する複合器 (複合機 3 に相当) と、前記接続畳み込み符号器から出力されるターボ符号と、前記畳み込み符号器から出力されるトレリス符号と、情報ビットのみからなるデータと、を選択的に送信可能なバンクチャリング処理部 (バンクチャリング処理部 1 に相当) と、を備え、局側と端末側との間で、前記バンクチャリング処理部にて選択されたデ

ータを認識することにより、ディスクリットマルチトーン変復調方式によるデータ通信を行うものである。

【0020】この発明によれば、バンクチャリング処理部を備えることにより、組織畳み込み符号の特徴が生され、たとえば、ターボ符号と、トレリス符号と、情報ビットのみからなるデータと、を選択的に送信することができる。これにより、データ通信中に、たとえば、電話機
10 の受話器を上げたり下げたりすることにより、回線のインピーダンスが変動し、伴って、 S/N 比が下がった場合でも、バンクチャリング処理部の設定を変更するだけで、誤り訂正を行うことが可能となり、現在実行中のデータ通信に影響を及ぼさずに、実行中のデータ通信を継続的
15 的である。

【0021】つぎの発明にかかる通信装置において、前記バンクチャリング処理部は、前記情報ビットを出力する情報ビット用経路（後述する実施の形態の情報ビット用経路1aに相当）と、前記冗長ビットを出力するかどうかを設定可能なスイッチ回路を有する冗長ビット用経路（連動スイッチ2、連動スイッチ3に相当）と、を備えるものである。

【0022】この発明によれば、情報ビットのみからなるデータを出力する場合は、スイッチ回路をオフ状態とし、トレリス符号およびターボ符号を出力する場合は、対応するスイッチ回路をオン状態とする。これにより、バンクチャリング処理部の制御が容易となる。

【0023】つぎの発明にかかる通信装置にあつては、前記トレリス符号が2ビットの情報ビットと1ビットの冗長ビットにて構成され、さらに、前記ターボ符号が2ビットの情報ビットと2ビットの冗長ビットにて構成される。

【0024】この発明によれば、2ビットの情報ビットがバンクチャリング処理部の2本の情報ビット用経路にそれぞれ接続され、2ビットの冗長ビットが2本の冗長ビット用経路（2個のスイッチ回路）にそれぞれ接続されることになる。そして、情報ビットのみからなるデータを出力する場合は、2個のスイッチ回路をオフ状態とし、トレリス符号を出力する場合は、1ビットの冗長ビットに対応するスイッチ回路のみをオン状態とし、ターボ符号を出力する場合は、両方のスイッチ回路をオン状態とする。これにより、バンクチャリング処理部の制御を効率よく行うことができる。

【0025】つぎの発明にかかる通信装置において、装置間で、伝送路を確立するためのトレーニングを行う場合は、前記情報ビットのみからなるデータが選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、伝送路の S/N 比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立する。

【0026】この発明によれば、伝送レートが確立された状態で、誤り訂正が行われないため、たとえば、 S/N 比が十分に高い場合には、トレリス符号およびターボ

符号による誤り訂正を行う場合よりも、高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる。

【0027】つぎの発明にかかる通信装置において、前記トレーニング中、 S/N 比が第1のしきい値よりも低い場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、該 S/N 比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立し、さらに、 S/N 比が第2のしきい値よりも低い場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、該 S/N 比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立し、常に伝送レートが最速となる状態で伝送路を確立する。

【0028】この発明によれば、 S/N 比に基づいてバンクチャリング処理部が制御されるため、 S/N 比に応じて決定される伝送レートが、常に最速となる状態で、伝送路を確立することができる。

【0029】つぎの発明にかかる通信装置において、前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第1のしきい値以下に減衰した場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することにより、通信を継続して行い、さらに、 S/N 比が第2のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することにより、通信を継続し、さらに、 S/N 比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行う。

【0030】この発明によれば、前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置は、何らかの理由により、 S/N 比が第1のしきい値および第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる。

【0031】つぎの発明にかかる通信装置において、前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第2のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御することにより、通信を継続し、さらに、 S/N 比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行う。

【0032】この発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リ

トレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置は、何らかの理由により、 S/N 比が第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる。

【0033】つぎの発明にかかる通信装置において、前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行

う。
【0034】この発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまった場合のみ、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う。これにより、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまうまで、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる。

【0035】つぎの発明にかかる通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法において、装置間で、伝送路を確立するためのトレーニングを行う場合は、前記情報ビットのみからなるデータが選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御する。

【0036】この発明によれば、伝送レートが確立された状態で、誤り訂正が行われないため、たとえば、 S/N 比が十分に高い場合には、トレリス符号およびターボ符号による誤り訂正を行う場合よりも、高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる。

【0037】つぎの発明にかかる通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法において、前記トレーニング中、 S/N 比が第1のしきい値よりも低い場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第2のしきい値よりも低い場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御する。

【0038】この発明によれば、 S/N 比に基づいてバンクチャリング処理部が制御されるため、 S/N 比に応じて決定される伝送レートが、常に最速となる状態で、伝送路を確立することができる。

【0039】つぎの発明にかかる通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法において、前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第1のしきい値以下に減衰した場合は、前記トレリス符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第2のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バン

クチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行い、前記バンクチャリング処理部を再設定する。

【0040】この発明によれば、前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法では、何らかの理由により、 S/N 比が第1のしきい値および第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる。

【0041】つぎの発明にかかる通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法において、前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第2のしきい値以下に減衰した場合は、前記ターボ符号が選択されるように前記バンクチャリング処理部を制御し、さらに、 S/N 比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行い、前記バンクチャリング処理部を再設定する。

【0042】この発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法では、何らかの理由により、 S/N 比が第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる。

【0043】つぎの発明にかかる通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法において、前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中、 S/N 比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行い、前記バンクチャリング部を再設定する。

【0044】この発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまった場合のみ、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う。これにより、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまうまで、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継

続的に行うことができる。

【0045】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる通信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0046】図1は、本発明にかかる通信装置に備えられるバンクチャリング処理部1の構成を示すものである。このバンクチャリング処理部1は、2ビットの情報ビットを出力するための情報ビット用経路1aと、冗長ビット（トレリス符号、およびターボ符号用の冗長ビット）を出力するための連動スイッチ1bと、同じく冗長ビット（ターボ符号用の冗長ビット）を出力するための連動スイッチ1cと、を備える構成とし、後述する接続畳み込み符号器から出力されるターボ符号と、畳み込み符号器から出力されるトレリス符号と、情報ビットのみからなるデータと、を選択的に送信する機能を有する。なお、詳細な動作については後述する。

【0047】ここで、まず、本発明にかかる通信装置の概要と、通信装置全体におけるバンクチャリング処理部1の位置付けを図面に基づいて説明する。DMT (Discrete Multi Tone) 変復調方式を用いて、データ通信を行う有線系デジタル通信方式としては、既設の電話回線を使用して数メガビット／秒の高速デジタル通信を行うADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 通信方式、およびHDSL (high-bit-rate Digital Subscriber Line) 通信方式等のxDSL通信方式がある。この方式は、ANSIのT1.413等において標準化されている。これらのデジタル通信方式では、特に、xDSL伝送路と、半二重通信方式のISDN通信システムのISDN伝送路と、が途中の集合線路で束ねられて隣接している。

【0048】図2は、本発明にかかる通信装置の送信系の構成を示すものであり、たとえば、ADSL局側装置(ATU-C)の送信系の構成を示すものである。なお、ADSL局側装置(ATU-R)の送信系の構成も同様の構成である。図2において、ATU-Cの送信系は、送信データをマルチプレックス／シンクコントロール(図示のMUX/SYNC CONTROLに相当)41にて多重化し、多重化された送信データに対してサイクリックリダンダンシィチェック(CRC: Cyclic redundancy checkに相当)42、43にて誤り検出用コードを付加し、さらに、フォワードエラーコレクション(SCRAM&FECに相当)44、45にてFEC用コードの付加およびスクランブル処理が行われる。

【0049】なお、マルチプレックス／シンクコントロール41から、トーンオーダリング49に至るまでには2つの経路があり、一つはインターリーブ(INTERLEAVE)46が含まれるインターリーブドデータバッファ(Interleaved Data Buffer)経路、もう一方はインターリ

ーブ46を含まないファストデータバッファ(Fast Data Buffer)経路であり、インターリーブ処理を行うインターリーブドデータバッファ経路の方の遅延が大きくなる。

【0050】その後、送信データは、レートコンバーター(RETE-CONVERTORに相当)47、48にてレートコンバート処理を行い、トーンオーダリング(TONE ORDERING)49にてトーンオーダリング処理を行う。そして、トーンオーダリングされた送信データに基づいて、コンステレーションエンコーダ・ゲインスケール(CONSTELLATION AND GAIN SCALLNGに相当)50にてコンステレーションデータを作成し、フーリエ変換部(DFT: Discrete Fourier transformに相当)51にて逆高速フーリエ変換を行う。

【0051】最後に、インプット・パラレル／シリアル・バッファ(INPUT PARALLEL/SERIAL BUFFERに相当)52にて逆高速フーリエ変換後のパラレルデータをシリアルデータに変換し、アナログ・プロセッシング・アンド・ADC (ANALOG PROCESSING AND ADCに相当)53にてD/Aコンバータを通してディジタル波形をアナログ波形に変換し、続いてローパスフィルタをかけて、送信データを電話回線に送信する。

【0052】図3は、本発明にかかる通信装置の受信系の構成を示すものであり、たとえば、ADSL局側装置(ATU-R)の受信系の構成を示すものである。なお、ADSL局側装置(ATU-C)の受信系の構成も同様の構成である。図3において、ATU-Rの受信系は、受信データ(前述の送信データ)に対し、アナログ・プロセッシング・アンド・ADC (図示のANALOG PROCESSING AND ADCに相当)141にてローパスフィルタをかけ、その後、A/Dコンバータを通してアナログ波形をディジタル波形に変換し、タイムドメインイコライザ(TECに相当)142にて時間領域の適応等化処理を行う。

【0053】その時間領域の適応等化処理がされたデータは、インプット・パラレル／シリアル・バッファ(INPUT PARALLEL/SERIAL BUFFERに相当)143にてシリアルデータからパラレルデータに変換され、そのパラレルデータに対してフーリエ変換部(DFT: Discrete Fourier transformに相当)144にて高速フーリエ変換を行い、その後、周波数ドメインイコライザ(FECに相当)145にて周波数領域の適応等化処理を行う。

【0054】そして、その周波数領域の適応等化処理がされたデータは、コンステレーションエンコーダ・ゲインスケール(CONSTELLATION AND GAIN SCALLNGに相当)146およびトーンオーダリング(TONE ORDERING)147にて行われる複合処理(最尤複合法)およびトーンオーダリング処理により、シリアルデータに変換され、その後、レートコンバーター(RETE-CONVERTORに相当)148、149によるレートコンバート処理、デ

インターリーブ (DEINTERLEAVEに相当) 150によるデインターリーブ処理、DESCRAM&FEC151、152によるFEC (forward error correction: 前方誤り訂正) およびデスクランブル処理、サイクリックリダンダンシィチェック (CRC: Cyclic redundancy checkに相当) 153、154によるCRC (cyclic redundancy check: 巡回冗長検査) 等の処理が行われ、最終的にマルチプレックス/シンクコントロール (図示のMUX/SYNC CONTROLに相当) 155から受信データが再生される。

【0055】上記のように構成される通信装置において、図1に示すバンクチャリング処理部1は、コンステレーションエンコーダ・ゲインスケール50に位置付けられる。

【0056】図4は、本発明にかかる通信装置のバンクチャリング処理部1、符号器2、および複合器3の構成を示すものである。なお、図4の送信側 (符号器2、バンクチャリング処理部1) と受信側 (複合器3) の接続については、説明の便宜上、簡易的に示されたものであり、本来は、図2および図3に示す構成が含まれている。

【0057】図4において、符号器2は、誤り訂正符号であるターボ符号を出力可能な畳み込み符号器である。この符号器2は、2ビットの情報ビットをそのまま出力する端子u2→u2の経路および端子u1→u1の経路と、冗長ビットを出力する第1の冗長系4と、同じく冗長ビットを出力する第2の冗長系5にて構成され、第1の冗長系4と第2の冗長系5がインターリーブ6、7を介して並列に接続されている。

【0058】符号器2に接続されたバンクチャリング処理部1は、トレリス符号を出力可能な畳み込み符号を含む構成であることを用いて、さらに、符号器2から出力されるターボ符号が組織符号である特徴を用いて、ターボ符号、トレリス符号、または情報ビットのみからなるデータを、選択的に受信側に送信する。

【0059】たとえば、ターボ符号を出力する場合は、連動スイッチ1bの端子u0とy1を接続し、端子yu3を接地に接続し、連動スイッチ1cの端子u0とy2を接続し、端子yu4を接地に接続する。これにより、バンクチャリング処理部1からは、2ビットの情報ビットと2ビットの冗長ビットで構成するターボ符号を送信できる。

【0060】また、トレリス符号を出力する場合は、連動スイッチ1bの端子u0とy1を接続し、端子u3とyu3を接続し、連動スイッチ1cの端子y2を接地に接続し、端子yu4を接地に接続する。これにより、バンクチャリング処理部1からは、2ビットの情報ビットと1ビットの冗長ビットで構成するトレリス符号と、他1ビット (u3) を送信できる。

【0061】また、情報ビットのみからなるデータを出

力する場合、すなわち、符号化を行わない場合は、連動スイッチ1bの端子y0とyu3を接続し、端子y1を接地に接続し、連動スイッチ1cの端子u4とyu4を接続し、端子y2を接地に接続する。これにより、バンクチャリング処理部1からは、2ビットの情報ビットと、他2ビット (u3, u4) を送信できる。

【0062】一方、電話線を介して上記データを受信する複合器3は、ターボ符号を最尤複合法にて複合する第1の復調回路8、第2の復調回路9を有する構成とし、最も確からしいデータ系列を出力10から出力する。なお、トレリス符号を受信した場合についても、最尤複合法にて複合可能とする。

【0063】つぎに、図4に示す本発明にかかる通信装置の構成をふまえて、送信系で行われるトーンオーダリング処理、すなわち、伝送路のS/N (signal-to-noise ratio: 信号対雑音比) 比に基づいて、予め設定された周波数帯の複数のトーン (マルチキャリア) に、それぞれが伝送可能なビット数の伝送データを割り振る処理、を詳細に説明する。

【0064】まず、誤り訂正符号による符号化を行わないように、すなわち、情報ビットのみからなるデータ出力するように、バンクチャリング処理部1が設定されている場合は、たとえば、図9 (a) に示すように、各周波数のtone0～tone5に、それぞれS/N比に応じたビット数の伝送データを割り振っている。ここでは、tone5に0ビット、tone0とtone4に2ビット、tone1とtone3に3ビット、tone2に6ビット、の伝送データが割り振られ、この16ビットにて1フレームが形成されている。従って、トーンオーダリング処理された伝送データの1フレームは、たとえば、図9 (b) に示すように構成されることになる。具体的にいうと、割り振られたビット数の少ないトーン順、すなわち、tone5 (b0), tone0 (b1), tone4 (b2), tone1 (b3), tone3 (b4), tone2 (b5) の順に、並べられる。

【0065】また、トレリス符号を出力するように、バンクチャリング処理部1が設定されている場合は、たとえば、図10 (a) に示すように、tone5に0ビット、tone0とtone4に3ビット、tone1とtone3に5ビット、tone2に7ビット、の伝送データが割り振られ、この23ビット (情報ビット: 16ビット、冗長ビット: 7ビット) にて1フレームが形成されている。なお、先に説明した情報ビットのみからなるデータを出力する場合のトーンオーダリング処理と比較して、各トーンに割り振られるビット数が多くなっているのは、誤り訂正により伝送可能なビット数が多くなっていることに起因している。

【0066】従って、トーンオーダリング処理された伝送データの1フレームは、たとえば、図10 (b) に示

すように構成されることになる。具体的にいうと、割り振られたビット数の少ないトーン順、すなわち、tone 5 (b 0), tone 0 (b 1), tone 4 (b 2), tone 1 (b 3), tone 3 (b 4), tone 2 (b 5) の順に、並べられ、tone 5 と tone 0、tone 4 と tone 1、tone 3 と tone 2 を、それぞれ 1 トーンセットとして、構成されている。なお、この場合、各トーンセットは、図 9 (b) に示す各トーンセットより、順に 1 ビット、3 ビット、3 ビットづつ、ビット数が多くなっているが、これについては後述する。

【0067】そして、トレリス符号による符号化は、先に説明した図 4 に示す符号器 2 とパンクチャリング処理部 1 の処理により行われる。また、図 12 は、従来の通信装置における符号化の流れを示す図であるが、畳み込み符号器 202 を符号器 2 に置き換えることにより、本発明の通信装置における符号化の流れを示すものとなる。なお、図示の u1 ~ uz の各端子は、1 トーンセットのビット数に応じて変化する、ということを変数 z および y を用いて表現したものである。

【0068】上記図 12 に示す転送データの符号化において、たとえば、図 10 (b) に示すフレームの符号化は、1 トーンセット毎に行われる。まず、最初のトーンセット (tone 5, tone 0) のデータ d0 と d1 を符号器 2 の端子 u1 と u2 に入力すると、2 ビットの情報ビット (u1, u2) と 1 ビットの冗長ビット (u0)、すなわち、3 ビットのトレリス符号が出力される。前述した、多くなっている 1 ビット分は、この冗長ビットに相当する。

【0069】つぎに、2 つ目のトーンセット (tone 4, tone 1) のデータ d2, d3, d4, d5, d6 を、符号器 2 の端子 u1, u2 と端子 u3, u4, ... に入力すると、2 ビットの情報ビット (u1, u2) と 1 ビットの冗長ビット (u0)、すなわち、3 ビットのトレリス符号と、その他の 3 ビット (u3, u4, ...) のデータが出力される。その後、所定の 2 ビットを端子 u1 および u2 に入力する。前述した、多くなっている 3 ビット分は、この冗長ビットと所定の 2 ビットに相当する。

【0070】最後に、3 つ目のトーンセット (tone 3, tone 2) のデータ d7, d0, d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7 を、符号器 2 の端子 u1, u2 と端子 u4, u5, ... に入力すると、2 ビットの情報ビット (u1, u2) と 1 ビットの冗長ビット (u0)、すなわち、3 ビットのトレリス符号と、その他の 7 ビットのデータ (u3, u4, ...) が出力される。その後、所定の 2 ビットを端子 u1 および u2 に入力する。前述した、多くなっている 3 ビット分は、この冗長ビットと所定の 2 ビットに相当する。

【0071】また、ターボ符号を出力するように、パン

クチャリング処理部 1 が設定されている場合は、たとえば、図 5 (a) に示すように、tone 5 に 0 ビット、tone 0 と tone 4 に 4 ビット、tone 1 と tone 3 に 6 ビット、tone 2 に 8 ビット、の伝送データが割り振られ、この 28 ビット (情報ビット: 16 ビット、冗長ビット: 12 ビット) にて 1 フレームが形成されている。なお、先に説明したトレリス符号を出力する場合のトーンオーダリング処理と比較して、各トーンに割り振られるビット数が多くなっているのは、シャノン限界に近い特性が得られるターボ符号の使用により、伝送可能なビット数が多くなっていることに起因している。

【0072】従って、トーンオーダリング処理された伝送データの 1 フレームは、たとえば、図 5 (b) に示すように構成されることになる。具体的にいうと、割り振られたビット数の少ないトーン順、すなわち、tone 5 (b 0), tone 0 (b 1), tone 4 (b 2), tone 1 (b 3), tone 3 (b 4), tone 2 (b 5) の順に、並べられ、tone 5 と tone 0、tone 4 と tone 1、tone 3 と tone 2 を、それぞれ 1 トーンセットとして、構成されている。なお、この場合、各トーンセットは、図 10 (b) に示す各トーンセットより、順に 1 ビットづつ、ビット数が多くなっているが、これは、トレリス符号より冗長ビットが 1 ビット増えていることに起因している。

【0073】そして、ターボ符号による符号化は、先に説明した図 4 に示す符号器 2 とパンクチャリング処理部 1 の処理により行われる。図 6 は、本発明の通信装置におけるターボ符号の符号化の流れを示すものである。なお、図示の u1 ~ uz の各端子は、1 トーンセットのビット数に応じて変化する、ということを変数 z および y を用いて表現したものである。

【0074】上記図 6 に示す転送データの符号化において、たとえば、図 5 (b) に示すフレームの符号化は、1 トーンセット毎に行われる。まず、最初のトーンセット (tone 5, tone 0) のデータ d0 と d1 を符号器 2 の端子 u1 と u2 に入力すると、2 ビットの情報ビット (u1, u2) と 2 ビットの冗長ビット (u0, u0')、すなわち、4 ビットのターボ符号が出力される。

【0075】つぎに、2 つ目のトーンセット (tone 4, tone 1) のデータ d2, d3, d4, d5, d6 を、符号器 2 の端子 u1, u2 と端子 u3, u4, ... に入力すると、2 ビットの情報ビット (u1, u2) と 2 ビットの冗長ビット (u0, u0')、すなわち、4 ビットのターボ符号と、その他の 3 ビット (u3, u4, ...) のデータが出力される。その後、所定の 2 ビットを端子 u1 および u2 に入力する。

【0076】最後に、3 つ目のトーンセット (tone 3, tone 2) のデータ d7, d0, d1, d2, d

3, d4, d5, d6, d7を、符号器2の端子u1, u2と端子u4, u5, …に inputsすると、2ビットの情報ビット(u1, u2)と1ビットの冗長ビット(u0)、すなわち、4ビットのターボ符号と、その他の7ビットのデータ(u3, u4, …)が出力される。その後、所定の2ビットを端子u1およびu2に inputsする。

【0077】上記、上記処理が複数のフレームに対して行われると、図7に示すような、68フレーム単位のスーパーフレームが形成される。図7において、SYNCH・SIMBOLは、同期ととるためのシンボルであり、69フレーム毎に挿入されている。また、1フレームの最初の1バイトは、fast・byteとして、オプションの機能やステータス等の任意の情報が設定可能である。

【0078】図8は、本発明にかかる通信装置のS/N比と伝送レートの関係を示す図である。まず、図8に基づいて、トレーニング中の通信装置の動作および誤り訂正符号のパンクチャリング方法を説明する。

【0079】たとえば、装置間で伝送路を確立するためのトレーニングを行う場合は、まず前記情報ビットのみからなるデータが選択されるように、パンクチャリング処理部1を制御し、伝送路のS/N比に基づいて伝送レート決定する。こうすることにより、伝送レートが確立された状態では、誤り訂正が行われないため、たとえば、S/N比が十分に高い場合、すなわち、図8に示す第1のしきい値よりS/N比が大きい場合には、図示のとおり、トレリス符号およびターボ符号により誤り訂正を行う場合よりも、高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる。

【0080】しかしながら、図8に示すとおり、S/N比が第1のしきい値と第2のしきい値の間にあるときは、トレリス符号の出力を用いた方が高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる。さらに、S/N比が第2のしきい値と第3のしきい値の間にあるときは、ターボ符号の出力を用いた方が高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる。

【0081】そこで、本発明にかかる通信装置では、トレーニング中において、S/N比が第1のしきい値よりも低い場合は、トレリス符号が選択されるようにパンクチャリング処理部1を制御し、該S/N比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立し、S/N比が第2のしきい値よりも低い場合は、ターボ符号が選択されるようにパンクチャリング処理部1を制御し、S/N比に基づいて伝送レートを決定することにより、伝送路を確立する。これにより、通信装置では、S/N比に基づいてパンクチャリング処理部が制御されるため、S/N比に応じて決定される伝送レートが、常に最速となる状態で、伝送路を確立することができる。

【0082】つぎに、図8に基づいて、データ通信中の通信装置の動作および誤り訂正符号のパンクチャリング

方法を説明する。たとえば、パンクチャリング処理部1にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、S/N比が図8に示す第1のしきい値以下に減衰した場合は、トレリス符号が選択されるように前記パンクチャリング処理部1を制御することにより、通信を継続して行う。さらに、S/N比が第2のしきい値以下に減衰した場合には、ターボ符号が選択されるように前記パンクチャリング処理部1を制御することにより、通信を継続して行う。そして、S/N比が第3のしきい値以下に減衰したときのみ、再トレーニングを行い、伝送路の確立からやり直す。

【0083】同様に、パンクチャリング処理部1にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、S/N比が第2のしきい値以下に減衰した場合は、ターボ符号が選択されるようにパンクチャリング処理部1を制御することにより、通信を継続して行う。そして、S/N比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行い、伝送路の確立からやり直す。

【0084】同様に、パンクチャリング処理部1にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、S/N比が第3のしきい値以下に減衰した場合は、再トレーニングを行い、伝送路の確立からやり直す。なお、ここでは、S/N比が減衰する例について説明したが、たとえば、S/N比が増加した場合でも、同様に、伝送レートが常に最速になるように、パンクチャリング装置1の出力を制御する。

【0085】従って、本発明の通信装置によれば、前記パンクチャリング処理部1にていずれのデータが選択されている場合でも、伝送路が確立されている状態で、通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング(高速再トレーニング)を行う必要がなくなる。すなわち、本発明の通信装置は、図8に示す点線の特性を持ち、常にそのときのS/N比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる。

【0086】このように、本発明にかかる通信装置においては、局側と端末側との間で、パンクチャリング処理部1にて選択されたデータをお互いに認識することにより、トレーニングによらないデータ(ターボ符号、トレリス符号、情報ビットのみ)の変更を可能とし、常に最適なディスクリットマルチトーン変復調方式によるデータ通信を行うことができる。

【0087】

【発明の効果】以上、説明したとおり、この発明によれば、パンクチャリング処理部を備えることにより、組織畳み込み符号の特徴が生され、たとえば、ターボ符号と、トレリス符号と、情報ビットのみからなるデータと、を選択的に送信することができる。これにより、データ通信中に、たとえば、電話機を受話器を上げたり下げ

たりすることにより、回線のインピーダンスが変動し、伴って、 S/N 比が下がった場合でも、バンクチャリング処理部の設定を変更するだけで、誤り訂正を行うことが可能となり、現在実行中のデータ通信に影響を及ぼさずに、実行中のデータ通信を継続的できる、という効果を奏する。

【0088】つぎの発明によれば、情報ビットのみからなるデータを出力する場合は、スイッチ回路をオフ状態とし、トレリス符号およびターボ符号を出力する場合は、対応するスイッチ回路をオン状態とする。これにより、バンクチャリング処理部の制御が容易となる、という効果を奏する。

【0089】つぎの発明によれば、2ビットの情報ビットがバンクチャリング処理部の2本の情報ビット用経路にそれぞれ接続され、2ビットの冗長ビットが2本の冗長ビット用経路（2個のスイッチ回路）にそれぞれ接続されることになる。そして、情報ビットのみからなるデータを出力する場合は、2個のスイッチ回路をオフ状態とし、トレリス符号を出力する場合は、1ビットの冗長ビットに対応するスイッチ回路のみをオン状態とし、ターボ符号を出力する場合は、両方のスイッチ回路をオン状態とする。これにより、バンクチャリング処理部の制御を効率よく行うことができる、という効果を奏する。

【0090】つぎの発明によれば、伝送レートが確立された状態で、誤り訂正が行われなため、たとえば、 S/N 比が充分に高い場合には、トレリス符号およびターボ符号による誤り訂正を行う場合よりも、高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる、という効果を奏する。

【0091】つぎの発明によれば、 S/N 比に基づいてバンクチャリング処理部が制御されるため、 S/N 比に応じて決定される伝送レートが、常に最速となる状態で、伝送路を確立することができる、という効果を奏する。

【0092】つぎの発明によれば、前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置は、何らかの理由により、 S/N 比が第1のしきい値および第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる、という効果を奏する。

【0093】つぎの発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がな

くなる。これにより、本発明の通信装置は、何らかの理由により、 S/N 比が第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる、という効果を奏する。

【0094】つぎの発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまった場合のみ、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う。これにより、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまうまで、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる、という効果を奏する。

【0095】つぎの発明によれば、伝送レートが確立された状態で、誤り訂正が行われなため、たとえば、 S/N 比が充分に高い場合には、トレリス符号およびターボ符号による誤り訂正を行う場合よりも、高速な伝送レートにてデータ通信を行うことができる、という効果を奏する。

【0096】つぎの発明によれば、 S/N 比に基づいてバンクチャリング処理部が制御されるため、 S/N 比に応じて決定される伝送レートが、常に最速となる状態で、伝送路を確立することができる、という効果を奏する。

【0097】つぎの発明によれば、前記バンクチャリング処理部にて情報ビットのみからなるデータが選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法では、何らかの理由により、 S/N 比が第1のしきい値および第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる、という効果を奏する。

【0098】つぎの発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてトレリス符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合でも、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う必要がなくなる。これにより、本発明の通信装置の誤り訂正符号のバンクチャリング方法では、何らかの理由により、 S/N 比が第2のしきい値より下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる、という効果を奏する。

21

【0099】 つぎの発明によれば、前記バンクチャリング処理部にてターボ符号が選択され、伝送路が確立されている状態で通信中に、たとえば、受話器のオフフックおよびオンフックを検出した場合、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまった場合のみ、ファースト・リトレーニング（高速再トレーニング）を行う。これにより、 S/N 比が第3のしきい値より下がってしまうまで、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行うことができる、という効果を奏する。

【0100】 従って、本発明によれば、何らかの理由により、 S/N 比が下がってしまった場合でも、再度トレーニングをすることなく、常にそのときの S/N 比に応じた最速の伝送レートで、データ通信を継続的に行う通信装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

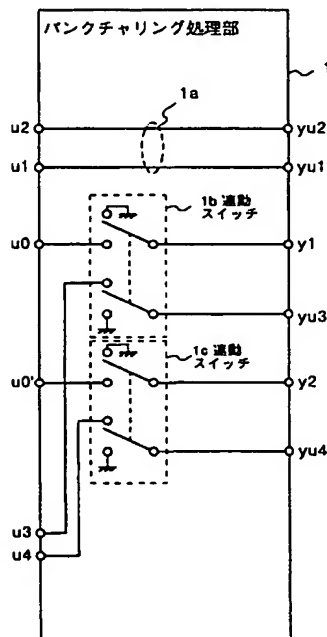
【図1】 本発明にかかる通信装置のバンクチャリング処理部である。

【図2】 本発明にかかる通信装置の送信系の構成である。

【図3】 本発明にかかる通信装置の受信系の構成である。

【図4】 本発明にかかる通信装置の概要を示す図である。

【図1】



22

【図5】 バンクチャリング処理部でターボ符号が選択されている場合のトーンオーダリング処理を示す図である。

【図6】 本発明の通信装置における送信系で転送データを符号化する場合のデータの流れを示す図である。

【図7】 伝送データの構成である。

【図8】 S/N 比と伝送レートの関係を示す図である。

【図9】 バンクチャリング処理部で情報ビットのみからなるデータが選択されている場合のトーンオーダリング処理を示す図である。

【図10】 バンクチャリング処理部でトレリス符号が選択されている場合のトーンオーダリング処理を示す図である。

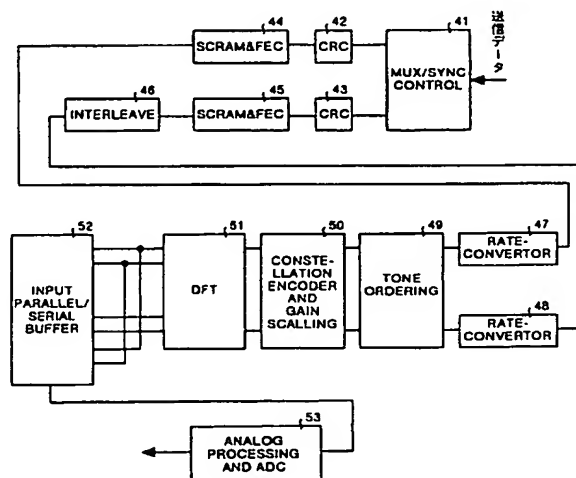
【図11】 畳み込み符号器を示す図である。

【図12】 従来の通信装置における送信系で転送データを符号化する場合のデータの流れを示す図である。

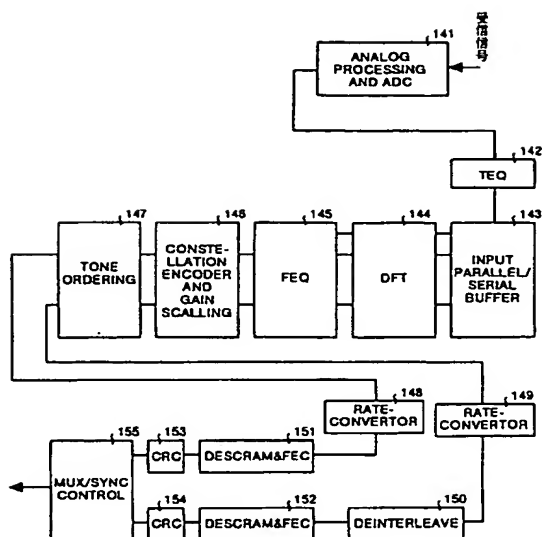
【符号の説明】

- 1 バンクチャリング処理部、1a 情報ビット用経路、1b 連動スイッチ、1c 連動スイッチ、2 符号器、3 複合器、4 第1の冗長系、5 第2の冗長系、6 インターリーブ、7 インターリーブ、8 第1の復調回路、9 第2の復調回路、10 出力部。

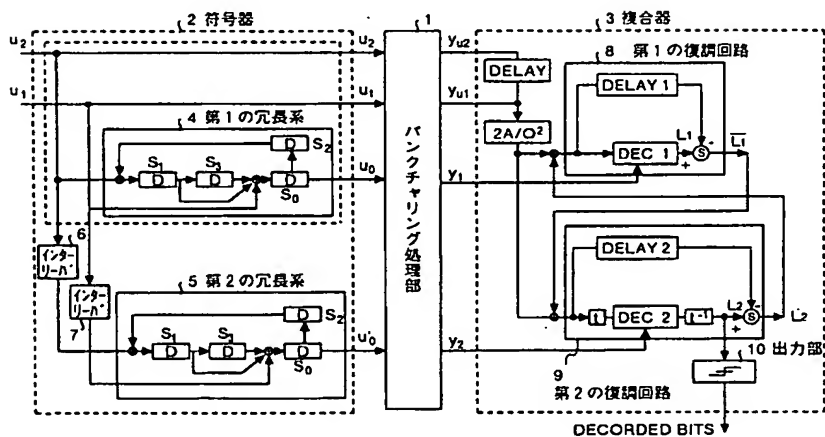
【図2】



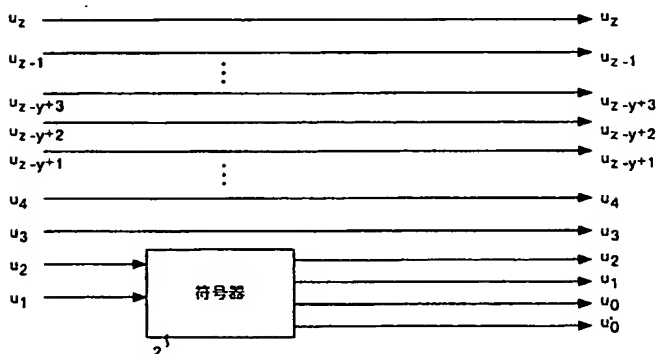
【図 3】



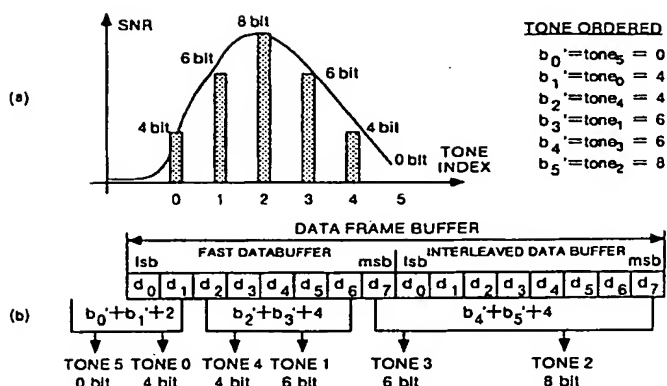
【図 4】



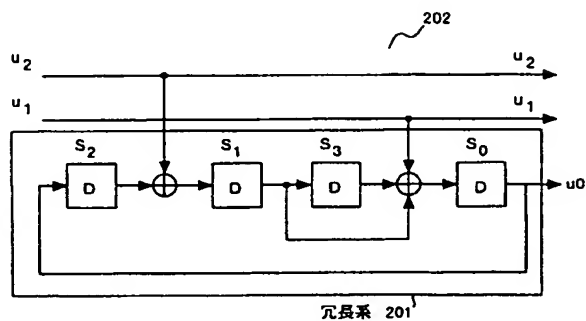
【図 6】



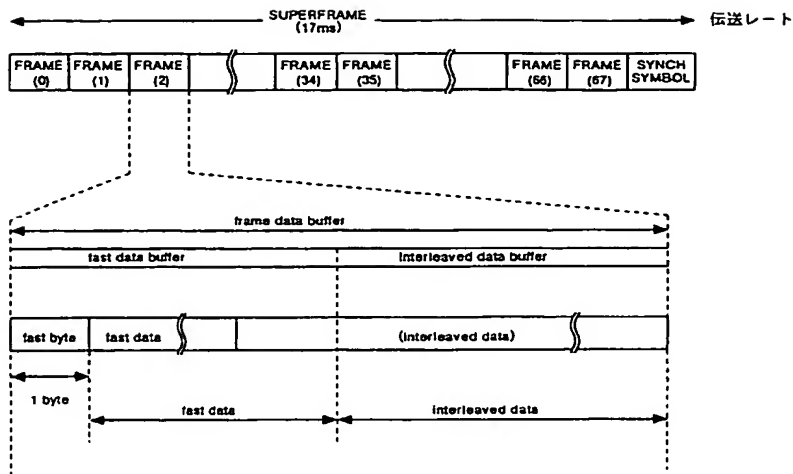
【図 5】



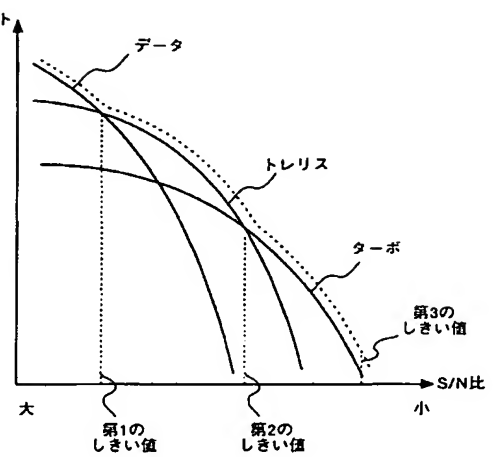
【図 11】



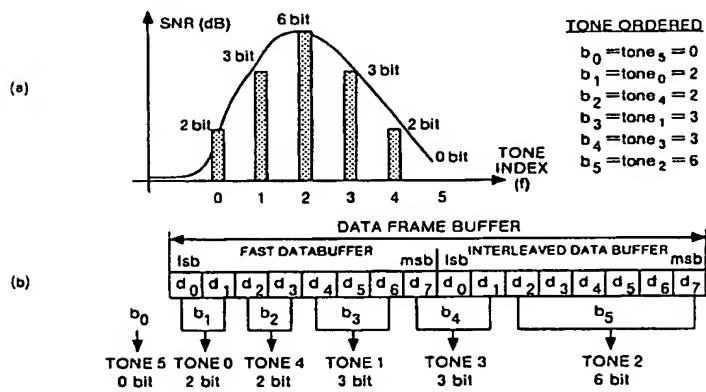
【図 7】



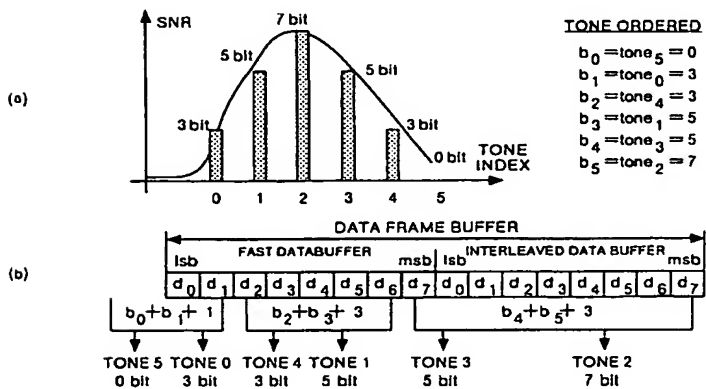
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図12】

